

## 論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 ( 工 学 )	氏名	Lang Jianghai
学位授与の要件	学位規則第4条第1・2項該当		
論 文 題 目			
Preparation of TiO <sub>2</sub> -based thin films with improved photocatalytic activity and super-hydrophobicity by plasma-enhanced chemical vapor deposition (プラズマ CVD 法による高い光触媒活性と超疎水性を有する TiO <sub>2</sub> 薄膜の作製)			
論文審査担当者			
主 査	教 授	島 田 学	印
審査委員	教 授	矢 吹 彰 広	印
審査委員	教 授	定 金 正 洋	印
審査委員	准教授	金 指 正 言	印
〔論文審査の要旨〕			
<p>本研究は、光触媒機能を有する二酸化チタン (TiO<sub>2</sub>) 系薄膜の作製手法と、作製された薄膜の特性評価に関するものである。プラズマ化学気相析出 (PECVD) 法は、比較的簡便かつ低コストのもとで TiO<sub>2</sub> の薄膜を調製できる。また、異種物質を導入して作製された複合薄膜は、しばしばより優れた、または新規な特性を示すことが知られている。本学位論文では、まず TiO<sub>2</sub> 系薄膜の光触媒活性を向上させるための工夫が検討されている。さらに、高分子物質の導入による超疎水性表面を有する複合薄膜の作製も目指されている。</p> <p>第1章では、本研究に関わる工学・産業面の背景、既往の研究の動機と成果を紹介し、本研究の目的と構成について述べている。</p> <p>第2章では、TiO<sub>2</sub> とカーボンナノチューブ (CNT) と銀 (Ag) の三元系複合物薄膜の PECVD 法による作製に成功したことが述べられている。CNT と Ag はそれぞれ、TiO<sub>2</sub> と複合化すると光触媒性能の向上に寄与することが知られている。本章では、CNT と Ag のナノ粒子を、TiO<sub>2</sub> の原料とした有機蒸気と同時に PECVD 反応器に導入することで、複合薄膜を得る過程が説明されている。作製された薄膜の形態や組成は電子顕微鏡観察や各種分光分析、結晶相解析で、また光触媒活性は模擬太陽光照射下での色素の分解反応試験で、それぞれ評価されている。以上の観察・評価等により、薄膜中に CNT や Ag が物理的に埋め込まれたこと、および、複合薄膜では TiO<sub>2</sub> のみの薄膜に比べておよそ 1.8 倍の分解反応速度が得られ、光触媒機能が大きく増大したことが示されている。</p> <p>第3章では、より簡便なプロセスによって TiO<sub>2</sub> と Ag の複合薄膜を作製することが検討されている。ここでは、Ag ナノ粒子の代わりに硝酸銀溶液の液滴を PECVD 反応器に導入している。作製された複合薄膜の特性評価より、溶液中の Ag イオンの還元で生じた Ag ナノ粒子を薄膜中に埋め込まれたことが確認されている。また、硝酸銀溶液の濃度を増すことで膜中の Ag の量が増大し、さらに、これに応じて、薄膜のバンドギャップが小さ</p>			

くなっていくことも確かめられている。光触媒活性は、紫外光照射下での色素分解試験で評価されている。触媒活性も硝酸銀溶液の濃度で変化し、 $\text{TiO}_2$  のみの薄膜の 1.75 倍の活性を有する薄膜が得られている。

第 4 章では、超疎水性を示すことで自己清浄化機能が期待できる  $\text{TiO}_2$  薄膜の作製を検討している。超疎水性の材料として polydimethylsiloxane (PDMS) が選ばれ、この蒸気が PECVD 反応器に送り込まれている。複合薄膜の作製条件は、2 つの異なる観点から設計されている。ひとつは  $\text{TiO}_2$  薄膜を主として作製しこれに PDMS の混入を目指すもので、もうひとつは PDMS 薄膜をベースとしてこれに  $\text{TiO}_2$  を混入させるものである。まず前者の条件では、 $\text{TiO}_2$  と PDMS の両者を含む薄膜を作製できたことが確認され、さらに、 $\text{TiO}_2$  と PDMS の原子レベルの結合が生じたことも示唆されている。またこの薄膜表面の水の接触角は  $157^\circ$  で十分な超疎水性を有しており、さらに、紫外光照射下での色素分解試験の結果、 $\text{TiO}_2$  のみの薄膜と遜色の無い触媒活性があることが確かめられている。しかしながら、この薄膜については、超疎水性が失われやすいことも判明している。後者の条件で作製した薄膜でも、 $\text{TiO}_2$  と PDMS の存在と、接触角が  $157^\circ$  の超疎水性表面を有していることが確認されている。この薄膜の活性は  $\text{TiO}_2$  のみの薄膜に比べて 6 割弱ではあるが、色素分解試験の後でも超疎水性は保たれている。

第 5 章では、本学位論文の研究で得られた成果がまとめられている。また、PECVD 法による複合薄膜の作製技術に関わって、今後研究されるべき課題にも言及がなされている。

以上、審査の結果、本論文の著者は博士（工学）の学位を授与されるに十分な資格があるものと認められる。

備考：審査の要旨は、1,500 字以内とする。